

I. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Основні поняття і визначення

1.2 Функції АСУТП

1.3 Склад АСУТП

1.4 Загальні технічні вимоги

1.5 Класифікація АСУТП

Ключові слова: технологічний об'єкт управління, автоматизований технологічний комплекс, автоматизована система управління технологічним процесом, критерій управління, режими управління, склад АСУТП, класифікація.

1.1 Основні поняття і визначення.

Автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП) призначена для вироблення і реалізації керуючих впливів на технологічний об'єкт управління.

Технологічний об'єкт управління (ТОУ) - це сукупність технологічного обладнання та реалізованого на ньому по відповідним інструкціям чи регламентам технологічного процесу виробництва.

До технологічних об'єктів управління відносяться:

- технологічні агрегати і установки (групи верстатів), реалізують самостійний технологічний процес;
- окремі виробництва (цехи, дільниці) або виробничий процес всього промислового підприємства, якщо управління цим виробництвом носить в основному технологічний характер, тобто полягає в реалізації раціональних режимів роботи взаємопов'язаних агрегатів (ділянок, виробництв).

Спільно функціонуючі ТОУ і керуюча ним АСУТП утворюють **автоматизований технологічний комплекс (АТК)**.

Автоматизована система управління технологічним процесом - людино-машинна система управління, що забезпечує автоматизований збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації управління технологічним об'єктом відповідно до прийнятого критерію.

Таке визначення АСУТП підкреслює наявність в її складі сучасних автоматичних засобів збору і обробки інформації, в першу чергу засобів

обчислювальної техніки; роль людини в системі як суб'єкта праці, що приймає змістовну участь у виробленні рішень з управління; реалізацію в системі процесу обробки технологічної і техніко-економічної інформації; мета функціонування АСУТП, яка полягає в оптимізації роботи технологічного об'єкта управління з прийнятим критерієм (критеріями) управління шляхом відповідного вибору керуючих впливів.

Критерій управління АСУТП - це співвідношення, яке характеризує якість функціонування технологічного об'єкта управління в цілому і приймає конкретні числові значення в залежності від використовуваних керуючих впливів. Таким чином, критерієм управління зазвичай є техніко-економічний показник (наприклад, собівартість вихідного продукту при заданій його якості, продуктивність ТОУ при заданій якості вихідного продукту і т. п.) або технічний показник (наприклад, параметри процесу, характеристики вихідного продукту). Система управління ТОУ є АСУТП в тому випадку, якщо вона здійснює управління ТОУ в цілому в темпі протікання технологічного процесу і якщо у виробленні і реалізації рішень з управління, беруть участь засоби обчислювальної техніки та інші технічні засоби і людина-оператор.

АСУТП в системі управління промисловим підприємством.

АСУТП як компоненти загальної системи управління промисловим підприємством призначені для цілеспрямованого ведення технологічних процесів і забезпечення суміжних і вищестоящих систем управління оперативною і достовірною техніко-економічною інформацією. АСУТП, створені для об'єктів основного і допоміжного виробництва, являють собою низовий рівень автоматизованих систем управління на підприємстві. АСУТП можуть використовуватися для управління окремими виробництвами, що включають в свій склад взаємопов'язані ТОУ. АСУТП виробництва забезпечує оптимальне (Раціональне) управління як усіма АТК і ТОУ, так і допоміжними процесами (прийманням, транспортуванням, складуванням вхідних матеріалів, заготовок і готової продукції і т. д.), що входять до складу даного виробництва. Організація взаємодії АСУТП з системами управління вищих рівнів визначається наявністю на промисловому підприємстві автоматизованої системи управління підприємством (АСУП) і автоматизованих систем організаційно-технологічного управління (АСОУТ). АСУТП отримує від відповідних підсистем АСУП або служб управління підприємством безпосередньо або через АСУОТ завдання і обмеження (номенклатуру продуктів або виробів, що підлягають випуску, обсяги виробництва, техніко-економічні показники, що характеризують якість функціонування АТК, відомості про наявність ресурсів) і забезпечує підготовку і передачу цим системам необхідну для їх роботи техніко-економічну інформацію, зокрема про

виконані завдання, продукцію, оперативну потребу в ресурсах, стан АТК (стан устаткування, під час технологічного процесу, його техніко-економічні показники і т.п.).

При наявності на підприємстві систем технічної і (або) технологічної підготовки виробництва забезпечується взаємодія АСУТП з цими системами. АСУТП отримують від них технічну, технологічну та іншу інформацію, необхідну для проведення заданих технологічних процесів, і направляють в ці системи фактичну оперативну інформацію, необхідну для їх функціонування, в тому числі для коригувань регламентів проведення технологічних процесів. При створенні на підприємстві комплексної системи управління якістю продукції АСУТП є її виконавчими підсистемами, що забезпечують задану якість продукції ТОУ і підготовку фактичної оперативної інформації про хід технологічних процесів (статистичний контроль і т.д.). Перелік, форма подання і режим обміну інформацією між АСУТП і взаємопов'язаними з нею іншими системами управління (як автоматизованими, так і неавтоматизованими) визначаються в кожному конкретному випадку в залежності від специфіки виробництва, його організації і прийнятої структури управління ним.

1.2. Функції АСУТП.

При створенні АСУТП повинні бути визначені конкретні цілі функціонування системи і її призначення в загальній структурі управління підприємством. Такими цілями, наприклад, можуть бути:

- економія палива, сировини, матеріалів і інших виробничих ресурсів;
- забезпечення безпеки функціонування об'єкта;
- підвищення якості вихідного продукту (виробів) або забезпечення заданих значень параметрів вихідних продуктів (виробів);
- зниження витрат живої праці; досягнення оптимального завантаження (використання) обладнання;
- оптимізація режимів роботи технологічного обладнання (в тому числі, маршрутів обробки в дискретних виробництвах) і т.д.

Функція АСУТП - це сукупність дій системи, спрямованих на досягнення приватної мети управління. Сукупність дій системи являє собою певну і описану в експлуатаційній документації послідовність операцій і процедур, що виконуються частинами системи. Слід відрізняти функції АСУТП в цілому від функцій, які виконуються всім комплексом технічних засобів системи або його окремими пристроями. Функції АСУТП підрозділяються на керуючі, інформаційні та допоміжні.

Керуюча функція АСУТП - це функція, результатом якої є вироблення і реалізація керуючих впливів на технологічний об'єкт управління. До керуючих функцій АСУТП відносяться:

- регулювання (стабілізація) окремих технологічних змінних;
- однократне логічне управління операціями або апаратами;
- програмне логічне управління групою обладнання;
- оптимальне управління ustalеними або перехідними технологічними режимами або окремими ділянками процесу;
- адаптивне управління об'єктом в цілому (наприклад, самоналаштовувальною комплексно-автоматизованою ділянкою верстатів з числовим програмним управлінням).

Інформаційна функція АСУТП - це функція системи, змістом якої є збір, обробка і подання інформації про стан АТК оперативному персоналу або передача цієї інформації для подальшої обробки.

До інформаційних функцій АСУТП відносяться:

- централізований контроль і вимірювання технологічних параметрів;
- непряме вимірювання (обчислення) параметрів процесу (техніко-економічних показників, внутрішніх змінних);
- формування і видача даних оперативному персоналу АСУТП або (АТК);
- підготовка і передача інформації в суміжні системи управління;
- узагальнена оцінка і прогноз стану АТК і його обладнання.

Відмітна особливість керуючих та інформаційних функцій АСУТП їх спрямованість на конкретного споживача (об'єкт управління, оперативний персонал, суміжні системи управління).

Допоміжні функції АСУТП - це функції, що забезпечують рішення внутрішньосистемних завдань. Допоміжні функції не мають споживача поза системою і забезпечують функціонування АСУТП (функціонування технічних засобів системи, контроль за їх станом, зберіганням інформації та т. п.). Залежно від ступеня участі людей у виконанні функцій системи розрізняють два режими реалізації функцій: автоматизований і автоматичний. *Автоматизований режим* реалізації керуючих функцій характеризується участю людини у виробленні (прийнятті) рішень і (або) їх реалізації. При цьому можливі наступні варіанти:

- ручний режим, при якому комплекс технічних засобів представляє оперативному персоналу контрольно-вимірну інформацію про стан ТОВ, а вибір і здійснення управляючих впливів виробляє людина-оператор;

- режим «порадника», при якому комплекс технічних засобів виробляє рекомендації з управління, а рішення про їх використання приймається і реалізується оперативним персоналом;

- діалоговий режим, при якому оперативний персонал має можливість коригувати постановку і умови задачі, розв'язуваної комплексом технічних засобів системи при виробленні рекомендацій з управління об'єктом.

Автоматичний режим реалізації керуючих функцій передбачає автоматичне вироблення і реалізацію керуючих впливів. При цьому розрізняють:

- режим непрямого управління, коли засоби обчислювальної техніки автоматично змінюють уставки і (або) параметри налаштування локальних систем автоматичного управління (регулювання);

- режим прямого (безпосереднього) цифрового (або аналого-цифрового) управління, коли керуючий обчислювальний пристрій формує вплив на виконавчі механізми.

Автоматизований режим реалізації АСУТП інформаційних функцій АСУТП передбачає участь людей в операціях з отримання та обробки інформації. В автоматичному режимі всі необхідні процедури обробки інформації реалізуються без участі людини. АСУТП є системи управління, якісно відмінні від систем автоматичного регулювання (САР), призначених для стабілізації режимів процесів і агрегатів.

Основна мета САР - оптимальне відпрацювання завдання, що забезпечує стабілізацію необхідної фізичної величини або технологічного параметра. При цьому значення завдання вважається відомим і може бути як постійним, так і змінним по заздалегідь відомому закону.

Структура АСУТП, на відміну від САР, передбачає неодмінну участь людини - оператора в прийнятті рішень по управлінню об'єктом. Структура АСУТП обов'язково включає контур формування оператором управляючих впливів, оскільки мета АСУТП - реалізація оптимального режиму роботи об'єкта. Критеріями оптимальності технологічних режимів, як правило, є техніко-економічні показники (ККД, питомі витрати сировини, енергії, палива, собівартість продукції), які зазвичай не можуть бути безпосередньо виміряні, а виходять в результаті відповідних обчислювальних процедур.

1.3. Склад АСУТП.

Для виконання функцій АСУТП необхідна взаємодія наступних її складових частин:

- технічного забезпечення (ТО);
- програмного забезпечення (ПО);
- інформаційного забезпечення (ІЗ);
- організаційного забезпечення (ОЗ);
- оперативного персоналу (ОП).

Технічне забезпечення АСУТП є повною сукупністю технічних засобів, достатню для функціонування АСУТП і реалізації системою всіх її функцій. До складу комплексу технічних засобів (КТЗ АСУТП) входять обчислювальні вузли; засоби отримання (датчики), перетворення, зберігання, відображення та реєстрації інформації (сигналів); пристрою передачі сигналів і виконавчі пристрої.

Програмне забезпечення АСУТП - сукупність програм, необхідна для реалізації функцій АСУТП, заданого функціонування комплексу технічних засобів АСУТП і передбачуваного розвитку системи. Програмне забезпечення АСУТП поділяється на загальне ПО і спеціальне програмне забезпечення.

Загальне програмне забезпечення АСУТП поставляється в комплекті із засобами обчислювальної техніки. До загального програмного забезпечення АСУТП відносяться необхідні впроцесі функціонування і розвитку системи програми, програми для автоматизації розробки програм, компонування програмного забезпечення, організації функціонування обчислювального комплексу та інші службові і стандартні програми (організуючі програми, транслуючі програми, бібліотеки стандартних програм і ін.).

Спеціальне програмне забезпечення АСУТП розробляється або запозичується з відповідних фондів пристворенні конкретної системи і включає програми реалізації основних (керуючих та інформаційних) та допоміжних (забезпечення заданого функціонування КТС системи, перевірка правильності введення інформації, контроль за роботою КТС системи і т. п.) функцій АСУТП. Спеціальне програмне забезпечення АСУТП розробляється на базі із використанням програм загального програмного забезпечення. Програми спеціального програмного забезпечення, мають перспективу багаторазового використання, після промислової перевірки можуть передаватися до

відповідних фондів або заводам-виробникам обчислювальної техніки для включення їх до складу загального програмного забезпечення.

Інформаційне забезпечення АСУТП включає:

- інформацію, що характеризує стан автоматизованого технологічного комплексу;
- системи класифікації та кодування технологічної та техніко-економічної інформації;
- масиви даних і документів, необхідних для виконання всіх функцій АСУТП, в тому числі нормативно-довідкову інформацію.

Організаційне забезпечення АСУТП є сукупністю описів функціональної, технічної та організаційної структур, інструкцій і регламентів для оперативного персоналу АСУТП, що забезпечує задане функціонування оперативного персоналу в складі АТК.

До складу оперативного персоналу АСУТП входять:

- технологи-оператори, які здійснюють контроль за роботою і управлінням ТОУ з використанням інформації та рекомендацій щодо раціонального управління, вироблених комплексом технічних засобів АСУТП;
- експлуатаційний персонал АСУТП, що забезпечує правильність функціонування комплексу технічних засобів АСУТП.

Ремонтний персонал до складу оперативного персоналу АСУТП не входить. Створення АСУТП допускається здійснювати по підсистемах. Підсистема АСУТП - це частина системи, виділена по функціональній або структурній ознаці. Функціональна ознака дозволяє ділити систему, наприклад, на керуючу і інформаційну підсистеми або ряд підсистем у відповідності до цілей. Структурна ознака дозволяє ділити АСУТП на підсистеми, щоб забезпечити управління частиною об'єкта або відповідним самостійним частинам комплексу технічних засобів і т. д.

1.4. Загальні технічні вимоги

До АСУТП в цілому ставляться такі основні вимоги. Вона повинна:

- здійснювати управління ТОУ в цілому в темпі протікання технологічного процесу і у виробленні і реалізації рішень з управління повинні брати участь засоби обчислювальної техніки і людина-оператор;

- забезпечувати управління ТОУ відповідно до прийнятих критеріїв ефективності функціонування АТК (критеріїв управління АСУТП);
- виконувати всі покладені на неї функції з заданими характеристиками і показниками якості управління;
- володіти необхідним рівнем надійності;
- забезпечувати можливість взаємопов'язаного функціонування з системами управління суміжних рівнів ієрархії і іншими АСУТП;
- відповідати ергономічним вимогам, що пред'являються до систем, зокрема до способів і форми представлення інформації оператору, до розміщення технічних засобів іт. д. ;
- володіти необхідними метрологічними характеристиками вимірювальних каналів;
- допускати можливість модернізації і розвитку в межах, передбачених технічним завданням (ТЗ) на створення АСУ ТП;
- нормально функціонувати в умовах, зазначених у ТЗ на систему;
- забезпечувати заданий середній термін служби з урахуванням проведення відновлювальних робіт, зазначених в технічній документації на основні складові частини АСУТП.

1.5. Класифікація АСУТП

При плануванні, проведенні та узагальненні розробок АСУТП слід мати на увазі, що ці системи досить різноманітні. Для вирішення ряду наукових, технічних і організаційних питань необхідно користуватися загальною класифікацією АСУТП, тобто правилами розбиття всієї множини цих систем на такі підмножини (класифікаційні групи), в межах яких всі входні в них АСУТП однакові, близькі і або схожі в тому чи іншому відношенні. АСУТП як об'єкти класифікації характеризуються багатьма істотними факторами і показниками, кожен з яких може виступати в ролі класифікаційної ознаки. Тому загальна класифікація АСУТП складається з ряду класифікацій, що проводяться по одному з таких ознак.

Залежно від поставлених цілей необхідно користуватися різними класифікаційними ознаками або їх різними поєднаннями. Наведена нижче класифікація АСУТП може використовуватися в основному з цілями:

- вибору систем-аналогів на ранніх етапах розробки АСУТП;

- оцінки необхідних ресурсів при укрупненому плануванні робіт зі створення АСУТП;
- визначення якості (науково-технічного рівня) АСУТП;
- визначення капіталомісткості АСУТП в умовних одиницях.

До основних класифікаційних ознак АСУТП відносяться:

- рівень, займаний ТОУ і АСУТП в структурі підприємства;
- характер протікання технологічного процесу від часу;
- показник умовної інформаційної потужності;
- рівень функціональної надійності АСУТП;
- тип функціонування АСУТП.

Класифікації по кожному із зазначених ознак (а також по будь-яким їх сполученням) можуть розглядатися і використовуватися як незалежні: конкретному індексу одного (або кількох) ознак можуть відповідати будь-які індекси інших ознак. За рівнем, займаному в структурі підприємства, АСУТП класифікується відповідно до табл.1.1.

Таблиця 1.1 Класифікація АСУТП за рівнем, займаному в організаційно виробничій ієрархії

Клас АСУТП	Кодовий індекс	ТОУ
АСУТП нижньогорівня	1	Технологічні агрегати,установки, ділянки
АСУТП верхньогорівня	2	Групи установок, цехи,виробництва; не включають АСУТП нижнього рівня
АСУТП багаторівневі	3	Те ж, що в класі 2, але включаючи АСУТП нижнього рівня

Характер протікання керованого технологічного процесу в часі визначається безперервністю (або дискретністю) надходження сировини і реагентів, наявністю (чи відсутністю) тривалих сталих і перехідних режимів функціонування ТОУ, наявністю і тривалістю дискретних операцій з переробки вхідних потоків матеріалів. З цією ознакою АСУТП класифікуються відповідно до табл. 1.2. Умовна інформаційна потужність ТОУ характеризується числом технологічних змінних, вимірюваних або контрольованих в даній АСУТП. Залежно від значення цього показника АСУТП поділяються на класи (табл. 1.3).

Таблиця 1.2. Класифікація АСУТП по характеру протікання керованого технологічного процесу в часі

Клас АСУТП	Кодовий індекс	Характер технологічного процесу
АСУ неперервним технологічним процесом	н	Неперервний з тривалою підтримкою режимів, близьких до встановлених, і практично беззупинною подачею сировини і реагентів
АСУ неперервно-дискретним технологічним процесом	п	Поєднання неперервних і перервних режимів функціонування різноманітних технологічних агрегатів або на різних стадіях процесу (в тому числі періодичні процеси)
АСУ дискретним технологічним процесом	д	Переривчастий із несуттєвою для керування тривалістю технологічних операцій

Таблиця 1.3. Класифікація АСУТП за умовною інформаційною потужністю

Умовна інформаційна потужність	Кодовий індекс	Число вимірюваних або контрольованих технологічних змінних	
		мінімальне	максимальне
найменша	1	10	40
мала	2	41	160
середня	3	161	650
підвищена	4	651	2500
велика	5	2501	Не обмежено

Необхідний (або досягнутий) рівень функціональної надійності АСУТП вирішальним чином впливає на структуру і багато технічних характеристик системи, а також на реальні значення показників її ефективності. Узагальнена класифікація АСУТП за рівнем функціональної надійності приведена в табл.1.4. Тип функціонування АСУТП наближено характеризується сукупністю автоматично виконуваних інформаційних і керуючих функцій системи. Класифікація АСУТП за цією ознакою дана в табл.1.5.

Визначений відповідно до табл. 1.5 клас АСУТП позначається в кодовій або словесній формі. Кодове позначення класу АСУТП складається з основного і додаткового кодів. Основний код будується з цифрових і буквених індексів класифікації, наведених в табл. 1.5.

Таблиця 1.4. Класифікація АСУТП по рівню функціональної надійності

Рівень функціональної надійності	Кодовий індекс	Коротка характеристика рівня надійності
Мінімальний	1	Практично не регламентується, не потребує спеціальних мір
Середній	2	Регламентується, але відмови в АСУТП не приводять до зупинок ТОУ
Високий	3	Жорстко регламентується, так як відмови в АСУТП можуть привести до зупинок ТОУ або аварій

Таблиця 1.5. Класифікація АСУТП по типу функціонування

Умовна назва типу функціонування АСУТП	Кодовий індекс	Коротка характеристика особливостей функціонування системи
Інформаційний	І	Автоматично виконуються тільки інформаційні функції, рішення по керуванні приймає і реалізує оператор
Локально -автоматичний	Л	Автоматично виконуються інформаційні функції і функції локального керування (регулювання). Рішення по керуванні процесом в цілому приймає і реалізовує оператор
Порадницький	П	Автоматично виконуються інформаційні функції, функції локального керування і з допомогою моделі процесу формуються поради по вибору керуючих впливів з врахуванням критерію
Автоматичний	А	Всі функції АСУТП, включаючи керування процесом по критерію, виконуються автоматично

Наприклад, словесному позначенні АСУ безперервним технологічним процесом в агрегаті «порадницького» типу, з 360-ма технологічними змінними і вищим рівнем функціональної надійності відповідає код 1н3З с, який легко визначається за табл. 1-5.

Вибір систем-аналогів розроблюваної АСУТП з використанням наведеної класифікації здійснюється наступним чином:

- відповідно до табл. 1-5 визначають клас, до якого належить розроблювана АСУТП, і її складовий класифікаційний індекс;

- у відомчих, галузевих і міжгалузевих класифікаційних фондах знаходять кілька розробок АСУТП, що мають складовий класифікаційний індекс, що співпадає з індексом даної системи;

- серед знайдених таким чином розробок АСУТП вибирають ту, яка в більшій мірі може вважатися найбільш близьким аналогом створюваної, а прийняті в ній рішення підлягають аналізу з метою визначення можливості і доцільності їх повторного застосування в створюваній АСУ ТП.